



## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 196 05 643 A 1

(5) Int. Cl. 6:

H 03 M 5/08

H 04 L 25/48

H 04 L 1/24

DE 196 05 643 A 1

- (21) Aktenzeichen: 196 05 643.8  
 (22) Anmeldetag: 15. 2. 96  
 (23) Offenlegungstag: 13. 2. 97

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

09.08.95 JP P 203184/95

(7) Anmelder:

Mitsubishi Electric Semiconductor Software Co.,  
Ltd., Itami, Hyogo, JP; Mitsubishi Denki K.K.,  
Tokio/Tokyo, JP

(7) Vertreter:

Tiedtke, Bühlung, Kinne &amp; Partner, 80336 München

(7) Erfinder:

Suzuki, Shinichi, Itami, Hyogo, JP; Yamazoe,  
Hiroyumi, Itami, Hyogo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem

(57) Ein Datenausgangsabschnitt überträgt ein Impulssignal mit einer Impulsbreite entsprechend einem Wert von Sendedaten in einem vorbestimmten Zyklus. Ein Hochpegel-Impulsbreitenzähler und ein Niedrigpegel-Impulsbreitenzähler messen eine Länge einer Periode mit hohem Pegel und eine Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des empfangenen Impulssignals unter Verwendung eines Taktsignals mit derselben Frequenz wie der des bei dem Datenausgangsabschnitt verwendeten Taktsignals. Ein Vergleichsabschnitt vergleicht die Summe der beiden gemessenen Längen der Perioden mit dem vorbestimmten Zyklus und gibt ein Fehlersignal im Fall einer Abweichung aus. Bei einem Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem ist es ebenfalls möglich, eine Signalverzögerung oder einen Fehler des Taktsignals zu erfassen, der vorübergehend innerhalb eines Zyklusses erzeugt wird.

DE 196 05 643 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein zum Senden und zum Empfang von Daten verwendetes Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem bei dem bei einer Impulse mit einem konstanten Zyklus enthaltenen Impulskette eine Länge einer Periode mit hohem Pegel oder einer Periode mit niedrigem Pegel des Impulses entsprechend den Daten eingestellt wird.

Fig. 14 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines herkömmlichen Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems darstellt, das beispielsweise in der japanischen Patentschrift (Kokai) Nr. 3-154 428 offenbart ist. In der Figur bezeichnet Bezugszeichen 101 eine (nachstehend als Sende-Zentraleinheit bezeichnete) in einem Übertragungssystem angeordnete Zentraleinheit zur Übertragung eines pulsbreitenmodulierten Signals auf einer Übertragungsleitung 3, 102 eine (nachstehend als Empfangs-Zentraleinheit bezeichnete) in einem Empfangssystem angeordnete Zentraleinheit zur Annahme des pulsbreitenmodulierten Signals als Eingangssignal von der Übertragungsleitung 3, 104 eine Stromquelle zur Zufuhr der für die Sende-Zentraleinheit 101 und die Empfangs-Zentraleinheit 102 erforderlichen Energie, 14 einen Taktgeneratorabschnitt zur Speisung der Sende-Zentraleinheit 101 mit einem Taktsignal zur Einstellung eines Impulszyklusses und einer Datenlänge und 28 einen anderen Taktgeneratorabschnitt zur Speisung der Empfangs-Zentraleinheit 102 mit einem Taktsignal. Fig. 15 zeigt einen Zeitverlauf, der ein beispielhaftes pulsbreitenmoduliertes Signal darstellt. In Fig. 15 und 16 bezeichnen Bezugszeichen T einen Impulszyklus und  $t_1$ ,  $t_2$  sowie  $t_n$  Datenlängen. In diesem Fall entsprechen Perioden mit niedrigem Pegel der Impulse Daten.

Nachstehend wird die Arbeitsweise beschrieben. Die Übertragungsleitung 3 ist an einen Ausgangsanschluß der Sende-Zentraleinheit 101 und an einen Eingangsanschluß der Empfangs-Zentraleinheit 102 angeschlossen. Die Sende-Zentraleinheit 101 stellt den Pegel an dem an die Übertragungsleitung 3 angeschlossenen Ausgangsanschluß niedrig ein. Daraufhin wird der Pegel an dem Ausgangsanschluß nach dem Ablauf einer der Datenlänge  $t_1$  entsprechenden Zeit hoch gesetzt. Außerdem stellt nach dem Ablauf einer dem Impulszyklus T entsprechenden Zeit, nachdem der Pegel an dem Ausgangsanschluß niedrig gesetzt wurde, die Sende-Zentraleinheit 101 den Pegel an dem Ausgangsanschluß wiederum niedrig ein.

Danach stellt die Sende-Zentraleinheit 101 den Pegel an dem Ausgangsanschluß nach dem Ablauf einer der Datenlänge  $t_2$  entsprechenden Zeit hoch ein. Außerdem stellt nach dem Ablauf einer dem Impulszyklus T entsprechenden Zeit, nachdem der Pegel an dem Ausgangsanschluß niedrig gesetzt wird, die Sende-Zentraleinheit 101 den Pegel an dem Ausgangsanschluß wiederum niedrig ein. Auf ähnliche Weise setzt die Sende-Zentraleinheit 101 den Pegel an dem Ausgangsanschluß nach dem Ablauf einer der Datenlänge  $t_n$  entsprechenden Zeit hoch. Außerdem setzt nach dem Ablauf der dem Impulszyklus T entsprechenden Zeit, nachdem der Pegel an dem Ausgangsanschluß niedrig gesetzt wird, die Sende-Zentraleinheit 101 den Pegel an dem Ausgangsanschluß niedrig. Auf eine solche Weise werden die pulsbreitenmodulierten Signale mit den in Fig. 15 jeweils dargestellten Datenlängen  $t_1$ ,  $t_2$  und  $t_n$  nacheinander über die Übertragungsleitung 3 übertragen.

Die Empfangs-Zentraleinheit 102 nimmt als Eingangssignal das Signal auf der Übertragungsleitung 3

über den Eingangsanschluß auf, damit ein Zeitintervall von einer fallenden Flanke zu einer steigenden Flanke des an dem Eingangsanschluß erzeugten Signals gemessen wird. Bei der steigenden Flanke des an dem Eingangsanschluß erzeugten Signals wird in der Empfangs-Zentraleinheit 102 entschieden, daß das pulsbreitenmodulierte Signal mit einer der gemessenen Zeit entsprechenden Datenlänge empfangen wird. Auf eine solche Weise kann die Empfangs-Zentraleinheit 102 die der Datenlänge des pulsbreitenmodulierten Signals entsprechenden Daten empfangen.

Bei einer ein pulsbreitenmodulierten Signal verwendenden Datenübertragung kann ein Fehler bei einem gemessenen Wert in der Empfangs-Zentraleinheit 102 infolge einer Signalverzögerung zwischen der Sende-Zentraleinheit 101 und der Empfangs-Zentraleinheit 102 oder ein Fehler zwischen den beiden Taktgeneratorkabschnitten 14 und 28 zugeführten Taktignalen verursacht werden. Wenn der Fehler bei dem gemessenen Wert verursacht wird, kann die Empfangs-Zentraleinheit 102 möglicherweise erkennen, daß die Empfangs-Zentraleinheit 102 von den ursprünglichen Daten abweichende Daten empfängt. Um diese Möglichkeit zu verhindern, korrigiert die Empfangs-Zentraleinheit 102 die gemessenen Datenlängen  $t_1$ ,  $t_2$  und  $t_n$ .

Unter Bezug auf Fig. 16 wird nachstehend ein Korrekturverfahren beschrieben. Die Empfangs-Zentraleinheit 102 korrigiert die gemessene Datenlänge  $t_n$  entsprechend dem folgenden Ausdruck durch Verwendung eines Verhältnisses  $T/T_c$  eines gemessenen Wertes  $T_c$  zwischen einer an dem Eingangsanschluß erzeugten fallenden Flanke und der anschließend an dem Eingangsanschluß erzeugten fallenden Flanke zu dem ursprünglichen Impulszyklus T:

$$t_n' = t_n \cdot (T/T_c)$$

Dies kann den Fehler des gemessenen Wertes infolge der Signalverzögerung oder des Fehlers des Taktsignals verringern. Darüber hinaus offenbart die japanische Patentschrift (Kokai) Nr. 3-154428 ein Korrekturverfahren entsprechend dem vorstehenden Ausdruck, das einen Mittelwert einer Vielzahl von gemessenen Werten  $T_c$  verwendet.

Die japanische Patentschrift (Kokai) Nr. 5-292 042 offenbart ein anderes Verfahren zum Verringern des Fehlers des gemessenen Wertes. Im einzelnen wird vor einer Datenübertragung ein Referenzimpuls von dem Sendesystem zu dem Empfangssystem gesendet. Die Empfangs-Zentraleinheit mißt eine Breite des Referenzimpulses und korrigiert eine Impulsbreite eines daraufhin empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals durch Verwendung des gemessenen Wertes und der ursprünglichen Breite des Referenzimpulses.

Das herkömmliche Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem weist den vorstehend beschriebenen Aufbau auf. Auf diese Weise ist es möglich, die Probleme der ständig erzeugten Signalverzögerung und des ständig erzeugten Fehlers des Taktsignals zu überwinden und ein weiteres Problem zu überwinden, das darin besteht, daß ein Zyklus als Ganzes erweitert oder zusammengezogen wird. Es besteht jedoch ein Nachteil dahingehend, daß es unmöglich ist, eine Signalverzögerung oder einen Fehler des Taktsignals zu beseitigen, der vorübergehend innerhalb eines Zyklusses verursacht wird.

Obwohl das Sendesystem und das Empfangssystem ein Intervall zwischen einem Punkt A und einem Punkt

B gemäß Fig. 16 als identisches Intervall erkennen können, kann beispielsweise ein durch das Empfangssystem erkannter Punkt C vorübergehend von dem ursprünglichen Punkt C infolge irgendeines Grundes abweichen. In diesem Fall werden bei dem herkömmlichen System durch das Empfangssystem erkannte Daten anstelle einer Ausführung der vorstehend beschriebenen Korrektur zu fehlerhaften Daten. Infolgedessen kann das Empfangssystem nicht erkennen, daß fehlerhafte Daten empfangen werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem zu schaffen, bei dem ein Datenfehler in einem Empfangssystem sicher erfaßt werden kann.

Erfnungsgemäß wird ein Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem geschaffen mit einer Signalsendeschaltung zur Erzeugung eines Impulssignals mit einer Impulsbreite entsprechend einem Wert von Sendedaten durch Zählen von Impulsen in einem Taktsignal und zum Senden der erzeugten Impulssignale auf einer Übertragungsleitung in einem vorbestimmten Zyklus, einer Impulsbreiten-Meßschaltung zur Messung einer Länge einer Periode mit einem hohen Pegel und einer Länge einer Periode mit einem niedrigen-Pegel des von der Übertragungsleitung eingegebenen Impulssignals durch Verwendung eines Taktsignals mit einer Frequenz, die äquivalent zu einer Frequenz des bei der Signalsendeschaltung verwendeten Taktsignals ist, und einer Vergleichsschaltung zum Vergleich der Summe der Länge der Periode mit hohem Pegel und der Länge der Periode mit niedrigem Pegel mit dem vorbestimmten Zyklus und zur Ausgabe eines Fehlersignals im Falle einer Abweichung. Gemäß dem vorstehend beschriebenen Aufbau ist es möglich, einen Datenfehler in dem Empfangssystem sicher zu erfassen.

Die Signalsendeschaltung kann die Sendedaten in eine Vielzahl von Daten aufteilen und sämtliche Daten über die Übertragungsleitung in einem entsprechend dem Höchstwert der jeweils aufgeteilten Daten eingestellten Zyklus senden. Wenn Daten jeweils vier Bit nach der Aufteilung aufweisen, beträgt der Höchstwert der Daten beispielsweise 15 (in Dezimalschreibweise). In diesem Fall können die Daten in einer kurzen Zeit, d. h. mit einer hohen Geschwindigkeit übertragen werden.

Die Signalsendeschaltung kann eine  $(2^n - 1)$  Impulsen entsprechende Länge (wobei n eine positive Ganzzahl ist) bei dem Taktsignal als den vorbestimmten Zyklus verwenden. In diesem Fall ist bei dem in Binärschreibweise dargestellten Impulssignal die Länge der Periode mit hohem Pegel oder die Länge der Periode mit niedrigem Pegel das Komplement der anderen.

Infolgedessen ist es möglich, einen Datenfehler durch ein einfaches Vergleichsverfahren sicher zu erfassen.

Die Vergleichsschaltung kann als Eingangssignal die in Binärschreibweise dargestellte Länge der Periode mit hohem Pegel und die Länge der Periode mit niedrigem Pegel aus der Impulsbreiten-Meßschaltung annehmen und eine der Längen mit dem jeweiligen Komplement der anderen vergleichen, damit ein Fehlersignal im Falle einer Abweichung ausgegeben wird. Infolgedessen ist es möglich, einen Datenfehler mit einer einfacher festverdrahteten Schaltung bzw. mit einfacher Hardware sicher zu erfassen.

Bei dem Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem kann die Signalsendeschaltung zu der Bit-Position niedriger Ordnung des niedrigstwertigen Bits der ursprünglichen in Binärschreibweise dargestellten Sende-

daten Blind- bzw. Hilfsbits hinzufügen und ein Impulssignal durch Betrachtung von Daten einschließlich der zusätzlichen Blindbits als Sendedaten erzeugen. In diesem Fall weist das Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem eine Daten-Wiederherstellschaltung zur Umwandlung einer bedeutenden Periode des von der Übertragungsleitung in einer binären Zahl eingegebenen Impulssignals und zur Wiederherstellung der 10 ursprünglichen Sendedaten durch Entfernung von den Blindbits von der binären Zahl entsprechenden Bits auf. Der hier verwendete Ausdruck "bedeutende Periode" bezeichnet eine Periode mit hohem Pegel des eingegebenen Impulssignals, wenn die Signalsendeschaltung einen Wert der Sendedaten entsprechend der Periode mit 15 hohem Pegel des Impulssignals einstellt. Infolgedessen bezeichnet "bedeutende Periode" eine Periode mit niedrigem Pegel des eingegebenen Impulssignal, wenn die Signalsendeschaltung den Wert der Sendedaten zum Entsprechen der Periode mit niedrigem Pegel des Impulssignals einstellt. In diesem Fall kann selbst dann, wenn binäre Sendedaten nur mit Nullen oder binäre Sendedaten nur mit Einsen übertragen werden, ein Impulssignal erzeugt werden. Das bedeutet, daß es möglich ist, die binären Sendedaten nur mit Nullen und die binären Sendedaten nur mit Einsen zu übertragen. Außerdem können selbst dann, wenn das Signal infolge irgendeiner Ursache transformiert ist, die 20 ursprünglichen Daten in dem Empfangssystem solange genau erkannt werden, wie die ursprünglichen Daten weder nach oben noch nach unten verschoben werden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der bevorzugten Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. Es sei jedoch ausdrücklich bemerkt, daß die Zeichnung nur zum Zweck der 25 Veranschaulichung und nicht als Definition der Grenzen der Erfindung dient.

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 2 zeigt ein Schaltbild, das einen beispielhaften Aufbau eines Vergleichsabschnitts darstellt.

Fig. 3 zeigt einen Zeitverlauf, bei dem Daten "AA(H)" durch ein pulsbreitenmoduliertes Signal übertragen werden.

Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 5 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Sende-Zentraleinheit des Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Empfangs-Zentraleinheit des Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 7 zeigt einen Zeitverlauf, der ein pulsbreitenmoduliertes Signal in einem Fall darstellt, in dem die Daten "AA(H)" nach einer Halbierung bzw. Zweiteilung der Daten übertragen werden.

Fig. 8 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 9 zeigt ein Schaltbild, das einen beispielhaften Aufbau eines Vergleichsabschnittes gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel darstellt.

Fig. 10 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Sende-Zentraleinheit eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 11 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Sende-Zentraleinheit eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 12 zeigt einen Zeitverlauf, der beispielhafte pulsbreitenmodulierte Signale des Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 13 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Empfangs-Zentraleinheit des Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 14 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines herkömmlichen Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems darstellt.

Fig. 15 zeigt einen Zeitverlauf, der ein beispielhaftes herkömmliches pulsbreitenmoduliertes Signal darstellt.

Fig. 16 zeigt einen Zeitverlauf, der ein Korrekturverfahren eines empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals veranschaulicht.

#### Ausführungsbeispiel 1

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt. In der Figur bezeichnet Bezugzeichen 1 ein Sendesystem, 2 ein Empfangssystem und 3 eine Übertragungsleitung zur Datenübertragung. In dem Sendesystem 1 bezeichnet Bezugzeichen 11 einen Datengeneratorabschnitt zur Erzeugung von Daten, 12 einen Datenausgangsabschnitt zur Erzeugung eines den Daten aus dem Datengeneratorabschnitt 11 entsprechenden pulsbreitenmodulierten Signals, 13 einen Zyklusbestimmungsabschnitt zur Bestimmung eines Zyklusses, in dem Daten übertragen werden, und 14 einen Taktgeneratorabschnitt zur Zufuhr eines Taktsignals zu dem Datenausgangsabschnitt 12 und dem Zyklusbestimmungsabschnitt 13. In diesem Fall bildet die Kombination des Datenausgangsabschnitts 12 und des Zyklusbestimmungsabschnitts 13 ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel der Signalsendeschaltung.

In dem Empfangssystem 2 bezeichnet Bezugzeichen 21 einen Flankenerfassungsabschnitt zur Annahme des pulsbreitenmodulierten Signals als Eingangssignal von der Übertragungsleitung 3, damit eine fallende Flanke und eine steigende Flanke des pulsbreitenmodulierten Signals erfaßt werden, 22 einen Hochpegel-Impulsbreitenzähler zur Annahme des pulsbreitenmodulierten Signals als Eingangssignal von der Übertragungsleitung 3, damit eine Länge einer Periode mit hohem Pegel des pulsbreitenmodulierten Signals gemessen wird, 23 ein Niedrigpegel-Impulsbreitenzähler zur Annahme des pulsbreitenmodulierten Signals als Eingangssignal von der Übertragungsleitung 3, damit eine Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des pulsbreitenmodulierten Signals gemessen wird, 24 einen Zwischenspeicherabschnitt zur Zwischenspeicherung eines Zählwerts des Hochpegel-Impulsbreitenzählers 22 und 25 einen Zwischenspeicherabschnitt zur Zwischenspeicherung eines Zählwerts des Niedrigpegel-Impulsbreitenzählers 23. Außerdem bezeichnet Bezugzeichen 27 einen Vergleichsabschnitt zum Vergleich eines durch den Zwischenspeicherabschnitt 24 zwischengespeicherten Wer-

tes mit einem durch den Zwischenspeicherabschnitt 25 zwischengespeicherten Wert, nachdem einer der Werte invertiert wurde, und zur Ausgabe eines Fehlersignals im Falle einer Abweichung, 26 einen Dateneingangsabschnitt zum Empfang des durch den Zwischenspeicherabschnitt 24 zwischengespeicherten Wertes als empfangene Datenlänge und zur Erfassung des Fehlersignals von dem Vergleichsabschnitt 27 und 28 einen Taktgeneratorabschnitt zur Zufuhr eines Taktsignals zu dem

Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22 und dem Niedrigpegel-Impulsbreitenzähler 23. Das Taktsignal aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 weist dieselbe Frequenz wie die des aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 in dem Sendesystem 1 ausgegebenen Taktsignals auf. In diesem Fall bildet die Kombination des Hochpegel-Impulsbreitenzählers 22 und des Niedrigpegel-Impulsbreitenzählers 23 ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel der Impulsbreiten-Meßschaltung, und der Vergleichsabschnitt 27 stellt ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel der Vergleichsschaltung dar.

Fig. 2 zeigt ein Schaltbild, das einen beispielhaften Aufbau des Vergleichsabschnitts 27 darstellt. Gemäß der Figur weist der Vergleichsabschnitt 27 acht Exklusiv-Nicht-Oder-(EXNOR-)Schaltkreise 51 bis 58 mit einem ein Bit breiten Ausgang aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24 als einem Eingang, Inverter-(NICHT-)Schaltkreise 41 bis 48 zur Invertierung und Zufuhr eines ein Bit breiten Ausgangssignals aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 zu dem anderen Eingang der entsprechenden Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 und einen invertierenden Und-(AND-)Schaltkreis 60 auf, in dem ein Ausgangssignal aus den Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreisen 51 bis 58 logisch multipliziert wird. In diesem Fall bildet der Nicht-Und-Schaltkreis 60 ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel eines Vergleichers.

Nachstehend wird die Arbeitsweise anhand einer Übertragung von acht Bit breiten Daten als ein Beispiel beschrieben. Ein Impuls mit einer einem Datenwert entsprechenden Impulsbreite wird als das pulsbreitenmodulierte Signal übertragen. Bei diesem Beispiel wird der Datenwert entsprechend einer Periode mit hohem Pegel eines Impulses eines pulsbreitenmodulierten Signals eingestellt. Außerdem werden sämtliche Daten innerhalb eines Zyklusses mit 255 Impulsen des Taktsignals aus dem Taktgeneratorabschnitt 24 übertragen. Infolgedessen ist es möglich, sämtliche Daten mit jedem der Impulszahl "1" bis zu der Impulszahl "254" entsprechendem Wert zu übertragen.

Der Datengeneratorabschnitt 11 überträgt die zu übertragenden acht Bit breiten Daten zu dem Datenausgangsabschnitt 12. Der Zyklusbestimmungssabschnitt 13 zählt die Anzahl der Impulse aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 und führt ein Einzyklus-Startsignal zu dem Datenausgangsabschnitt 12 jedesmal dann zu, wenn der Zählerwert zu 255 wird. Der Datenausgangsabschnitt 12 empfängt das Einzyklus-Startsignal aus dem Zyklusbestimmungssabschnitt 13 und stellt ein auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebenes Signal auf einen hohen Zustand ein, falls irgendwelche Daten aus dem Datengeneratorabschnitt 11 eingegeben werden. Außerdem zählt der Datenausgangsabschnitt 12 die Impulsanzahl des Taktsignals aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 und stellt das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal auf einen niedrigen Zustand ein, falls der Zählerwert identisch mit den aus dem Datengeneratorabschnitt 11 eingegebenen Daten ist. Wenn der Datenausgangsabschnitt 12 das Einzyklus-Startsignal aus dem

Zyklusbestimmungsabschnitt 13 empfängt, stellt der Datenausgangsabschnitt 12 daraufhin das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal auf den hohen Zustand ein. Entsprechend der vorstehend beschriebenen Arbeitsweise ist es möglich, den Schritt der Ausgabe des einem Datenwert entsprechenden pulsbreitenmodulierten Signals auf die Übertragungsleitung 3 abzuschließen und eine Übertragung der nächsten Daten zu beginnen.

Falls es keine anschließend zu übertragenden Daten gibt, können niedrigwertige Daten oder entsprechende Blind- bzw. Hilfsdaten über die Übertragungsleitung 3 gesendet werden.

Fig. 3 zeigt einen Zeitverlauf, bei dem Daten "AA(H)" durch ein pulsbreitenmoduliertes Signal übertragen werden. Die hier verwendete Bezeichnung "(H)" bedeutet Hexadezimalzahl. Gemäß der Figur wird ein Signal mit hohem Pegel auf die Übertragungsleitung 3 für eine Periode ausgegeben, die aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 ausgegebenen 170 Impulsen (=AA(H)) entspricht. Außerdem wird ein Signal mit niedrigem Pegel auf die Übertragungsleitung 3 für eine Periode ausgegeben, die "FF(H)" - "AA(H)" = "55(H)" Impulsen, d. h. "85(D)" Impulsen entspricht. Die hier verwendete Bezeichnung "(D)" bedeutet Dezimalzahl.

In dem Empfangssystem 2 verwendet der Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22 das Taktsignal aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 zur Messung einer Länge der Periode mit hohem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3. Das bedeutet, daß der Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22 die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für eine Periode zählt, für die das Signal auf der Übertragungsleitung 3 auf hohem Pegel gehalten wird. Der Zählwert des Hochpegel-Impulsbreitenzählers 22 wird durch den Zwischenspeicherabschnitt 24 zwischengespeichert, wenn der Flankenerfassungsabschnitt 21 eine fallende Flanke des Signals auf der Übertragungsleitung 3 erfaßt.

Außerdem verwendet der Niedrigpegel-Impulsbreitenzähler 23 das Taktsignal aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 zur Messung einer Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3. Das bedeutet, daß der Niedrigpegel-Impulsbreitenzähler 23 die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für eine Periode zählt, für die das Signal auf der Übertragungsleitung 3 auf niedrigem Pegel gehalten wird. Der Zählwert des Niedrigpegel-Impulsbreitenzählers 23 wird durch den Zwischenspeicherabschnitt 25 zwischengespeichert, wenn der Flankenerfassungsabschnitt 21 eine steigende Flanke des Signals auf der Übertragungsleitung 3 erfaßt. In diesem Fall sind der Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22 und der Niedrigpegel-Impulsbreitenzähler 23 8-Bit-Zähler, und die durch acht Bit dargestellten Zählwerte werden durch die Zwischenspeicherabschnitte 24 und 25 zwischengespeichert. Daraufhin werden jeweils acht Bit breite Daten in den Vergleichsabschnitt 27 aus den Zwischenspeicherabschnitten 24 bzw. 25 eingegeben.

In den Vergleichsabschnitt 27 wird ein Bit von Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24 in einen Eingang der Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 eingegeben. In diesem Fall wird aus den Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24 das X. Bit in den Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreis 5X eingegeben (X liegt in dem Bereich von 1 bis 8). Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 werden durch die Nicht-Schaltkreise 41 bis 48 invertiert und danach in den anderen Eingang der Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 eingegeben.

Von den Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 wird das X. Bit in den Nicht-Schaltkreis 4X eingegeben (X liegt in dem Bereich von 1 bis 8).

"FF(H)" kann als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 für die Periode mit hohem Pegel des aus dem Sendesystem 1 ausgegebenen pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden. Das bedeutet, daß in Binärschreibweise die Impulsanzahl für die Periode mit hohem Pegel äquivalent zu dem jeweiligen Komplement der Impulsanzahl für die Periode mit niedrigem Pegel ist.

Bei dem für eine Messung der Länge der Periode 15 durch den Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22 und den Niedrigpegel-Impulsbreitenzähler 23 verwendeten Taktignal ist die Frequenz identisch mit einer Frequenz des zu einem Zeitpunkt der Erzeugung des pulsbreitenmodulierten Signals in dem Sendesystem 1 verwendeten 20 Taktsignals. Daher sollte "FF(H)" als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden. Mit anderen Worten sollte 25 in Binärschreibweise die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel äquivalent zu dem jeweiligen Komplement der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel sein.

Die Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 vergleichen das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24 mit einem Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 durch die Nicht-Schaltkreise 41 bis 48, d. h. sie vergleichen die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals mit dem jeweiligen Komplement der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel. Im Falle einer Übereinstimmung beider Ausgangssignale geben sämtliche Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 Signale mit hohem Pegel aus. In diesem Fall gibt der Nicht-Und-Schaltkreis 60 ein Signal mit niedrigem Pegel aus. Falls eingegebene 40 Werte in einen oder mehreren Schaltkreisen von den Exklusiv-Nicht-oder-Schaltkreisen 51 bis 58 nicht identisch sind, gibt der Nicht-Und-Schaltkreis 60 ein Signal mit hohem Pegel aus. Das bedeutet, daß, wenn "FF(H)" nicht als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden können, der Nicht-Und-Schaltkreis 60 das Signal mit hohem Pegel als Fehlersignal ausgibt.

Wenn der Flankenerfassungsabschnitt 21 eine fallende Flanke (d. h. ein Endpunkt der Periode mit hohem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3) oder eine steigende Flanke (d. h. ein Endpunkt eines Zyklusses) erfaßt, nimmt der Dateneingangsabschnitt 26 als Eingangssignal den durch den Zwischenspeicherabschnitt 24 zwischengespeicherten Wert auf. Der Wert ist äquivalent zu einem Wert der empfangenen Daten. Wenn der Flankenerfassungsabschnitt 28 eine steigende Flanke erfaßt, bestätigt der Dateneingangsabschnitt 26 außerdem, ob ein Fehlersignal aus dem Vergleichsabschnitt 27 ausgegeben wird oder nicht. Falls kein Fehlersignal ausgegeben wird, kann der Dateneingangsab-

schnitt 26 die empfangenen Daten als korrekt ansehen. Falls das Fehlersignal ausgegeben wird, kann der Dateneingangsabschnitt 26 erfassen, daß fehlerhafte Daten infolge beispielsweise von Rauschen auf der Übertragungsleitung 3 empfangen werden.

Das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 wird invertiert und daraufhin in die Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 gemäß dem Ausführungsbeispiel eingegeben. Es sei jedoch bemerkt, daß das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24 anstelle des Ausgangssignals aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 invertiert werden kann.

Wie vorstehend beschrieben ist es möglich, einen Datenfehler in dem Empfangssystem durch Erfassen sicher zu erfassen, ob die Summe der Periode mit hohem Pegel und der Periode mit niedrigem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals identisch mit einem 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650 9655 9660 9665 9670 9675 9680 9685 9690 9695 9700 9705 9710 9715 9720 9725 9730 9735 9740 9745 9750 9755 9760 9765 9770 9775 9780 9785 9790 9795 9800 9805 9810 9815 9820 9825 9830 9835 9840 9845 9850 9855 9860 9865 9870 9875 9880 9885 9890 9895 9900 9905 9910 9915 9920 9925 9930 9935 9940 9945 9950 9955 9960 9965 9970 9975 9980 9985 9990 9995 9999 10000 10005 10010 10015 10020 10025 10030 10035 10040 10045 10050 10055 10060 10065 10070 10075 10080 10085 10090 10095 10099 10100 10101 10102 10103 10104 10105 10106 10107 10108 10109 10110 10111 10112 10113 10114 10115 10116 10117 10118 10119 10120 10121 10122 10123 10124 10125 10126 10127 10128 10129 10130 10131 10132 10133 10134 10135 10136 10137 10138 10139 10140 10141 10142 10143 10144 10145 10146 10147 10148 10149 10150 10151 10152 10153 10154 10155 10156 10157 10158 10159 10160 10161 10162 10163 10164 10165 10166 10167 10168 10169 10170 10171 10172 10173 10174 10175 10176 10177 10178 10179 10180 10181 10182 10183 10184 10185 10186 10187 10188 10189 10190 10191 10192 10193 10194 10195 10196 10197 10198 10199 10199 10200 10201 10202 10203 10204 10205 10206 10207 10208 10209 10210 10211 10212 10213 10214 10215 10216 10217 10218 10219 10220 10221 10222 10223 10224 10225 10226 10227 10228 10229 10230 10231 10232 10233 10234 10235 10236 10237 10238 10239 10240 10241 10242 10243 10244 10245 10246 10247 10248 10249 10250 10251 10252 10253 10254 10255 10256 10257 10258 10259 10260 10261 10262 10263 10264 10265 10266 10267 10268 10269 10270 10271 10272 10273 10274 10275 10276 102

Daten, deren Datenlänge durch den bei dem Schritt ST17 erhaltenen Zählerwert dargestellt ist. Falls die sich ergebende Summe nicht "FF(H)" ist, zeit dies, daß ein Zyklus des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals von einem regulären Zyklus infolge irgendeiner Ursache verschieden ist. Auf diese Weise erkennt die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß die empfangenen Daten nicht normal sind. Deswegen zeigt die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen Fehler an (Schritt ST26).

Wie vorstehend beschrieben ist es auch möglich, einen Datenfehler durch Programm- bzw. Softwareverarbeitung sicher zu erfassen. Obwohl gemäß dem Ausführungsbeispiel zwei interne Taktgeber beschrieben werden sind, kann ein interner Taktgeber als die beiden internen Taktgeber vorgesehen sein.

### Ausführungsbeispiel 3

Eine Länge eines Zyklusses wird entsprechend dem Maximal- bzw. Höchstwert von übertragenen Daten eingestellt. Wenn viele Arten von Daten übertragen werden, sollte daher die Länge eines Zyklusses erweitert werden, was zu einer für eine Datenübertragung erforderliche erweiterte Zeitperiode führt. Wenn beispielsweise ein Taktsignal zur Erzeugung eines pulsbreitenmodulierten Signals eine Frequenz von 5 MHz hat, weist das Taktsignal einen Zyklus von  $0.2 \mu s$  auf. Deswegen hat zur Übertragung von acht Bit breiten Daten das pulsbreitenmodulierte Signal einen Zyklus von  $51 (0.2 \times 255) \mu s$ . Es ist jedoch möglich, die Daten in einer kurzen Zeitperiode durch Aufteilung der Daten vor der Übertragung zu übertragen.

Nachstehend wird ein Fall beschrieben, in dem Daten nach einer Halbierung bzw. Zweiteilung der Daten übertragen werden. Fig. 7 zeigt einen Zeitverlauf, der ein pulsbreitenmoduliertes Signal in einem Fall darstellt, in dem die Daten "AA(H)" nach der Halbierung der Daten übertragen werden. Wie aus der Figur ersichtlich werden die vier höherwertigen Bits der Daten anfänglich als ein Datenwert übertragen. Daraufhin werden vier niedrige Bits als ein Datenwert übertragen. Wenn das Taktsignal zur Erzeugung des pulsbreitenmodulierten Signals die Frequenz von 5 MHz aufweist, können gemäß dem Verfahren die acht Bit breiten Daten in einer Zeit von  $6 \mu s (= 0.2 \times 15 \times 2)$  vollständig übertragen werden.

Fig. 8 zeigt ein Blockschaltbild, das ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel darstellt, bei dem das vorstehend beschriebene Verfahren ausgeführt werden kann. Wie bei der voranstehenden Diskussion wird eine Art der Übertragung der acht Bit breiten Daten als ein Beispiel beschrieben. Der Aufbau gemäß Fig. 8 unterscheidet sich von dem in Fig. 1 dargestellten Aufbau in den folgenden Punkten. Im einzelnen werden bei einem Sendesystem 1a in einem Datenausgangsabschnitt 12a eingegebene Daten in vier Bit enthaltende zwei Daten-teile aufgeteilt und danach übertragen. Außerdem gibt ein Zyklusbestimmungsabschnitt 13a ein Einzyklus-Startsignal aus, wenn 15 Impulse gezählt werden. In einem Empfangssystem 2a sind ein Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22a und ein Niedrigpegel-Impulsbreitenzähler 23a 4-Bit-Zähler, und Zwischenspeicherabschnitte 24a bzw. 25a geben jeweils vier Bit breite Daten zu einem Vergleichsabschnitt 27a aus. Außerdem regeneriert ein Dateneingangsabschnitt 26a acht Bit breite Daten durch Kombination der aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24a eingegebenen zweimal vier Bit breiten Daten. In diesem Fall bildet die Kombination des Daten-

ausgangsabschnitts 12a und des Zyklusbestimmungsabschnitts 13a ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel einer Signalsendeschaltung. Die Kombination des Hochpegel-Impulsbreitenzählers 22a und des Niedrigpegel-Impulsbreitenzählers 23a bilden ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel eines Pulsbreitenzählers, und der Vergleichsabschnitt 27a bildet ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel der Vergleichsschaltung.

Gemäß Fig. 9 weist der Vergleichsabschnitt 27a vier Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 54 mit einem 1-Bit-Ausgang aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24a als einem Eingang, Nicht-Schaltkreise 41 bis 44 zur Invertierung und Zufuhr eines ein Bit breiten Ausgangssignals aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25a zu dem anderen Eingang der entsprechenden Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 54 und ein Nicht-Und-Schaltkreis 60a auf, in dem ein Ausgangssignal aus den Exklusiv-Nicht-oder-Schaltkreisen 51 bis 54 logisch multipliziert wird. In diesem Fall bildet der Nicht-Und-Schaltkreis 60 ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel einer Vergleichsschaltung.

Nachstehend wird die Arbeitsweise beschrieben. In einem Sendesystem 1a sendet ein Datengeneratorabschnitt 11 zu übertragende acht Bit breite Daten zu dem Datenausgangsabschnitt 12a. Der Zyklusbestimmungsabschnitt 13a zählt die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 und führt das Einzyklus-Startsignal zu dem Datenausgangsabschnitt 12a jedesmal dann zu, wenn der Zählerwert zu 15 wird. Der Datenausgangsabschnitt 12a empfängt das Einzyklus-Startsignal aus dem Zyklusbestimmungsabschnitt 13a und setzt ein auf eine Übertragungsleitung 3 ausgegebenes Signal auf einen hohen Zustand, falls Daten aus dem Datengeneratorabschnitt 11 eingegeben werden. Außerdem zählt der Datenausgangsabschnitt 12a die Impulsanzahl eines Taktsignals aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 und setzt das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal auf einen niedrigen Zustand, falls der Zählerwert identisch mit einem Datenwert ist, der durch vier höherwertige Bits der acht Bit breiten Daten dargestellt ist, die aus dem Datengeneratorabschnitt 11 eingegeben werden.

Wenn der Datenausgangsabschnitt 12a das Einzyklus-Startsignal aus dem Zyklusbestimmungsabschnitt 13a empfängt, setzt der Datenausgangsabschnitt 12a daraufhin das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal in den hohen Zustand und startet erneut zur Zählung von Impulsen des Taktsignals aus dem Taktgeneratorabschnitt 14. Außerdem zählt der Datenausgangsabschnitt 12a die Impulsanzahl des aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 ausgegebenen Taktsignals und stellt das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal in einem niedrigen Zustand ein, falls der Zählerwert identisch mit einem Datenwert ist, der durch vier niedrigwertige Bits der aus dem Datengeneratorabschnitt 11 eingegebenen acht Bit breiten Daten dargestellt ist. Wenn der Datenausgangsabschnitt 12a das Einzyklus-Startsignal aus dem Zyklusbestimmungsabschnitt 13a empfängt, setzt der Datenausgangsabschnitt 12a daraufhin das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal in den hohen Zustand. Gemäß der vorstehend beschriebenen Arbeitsweise ist es möglich, das acht Bit breiten Daten entsprechende pulsbreitenmodulierte Signal über die Übertragungsleitung 3 zu senden und eine Übertragung der nächsten Daten zu starten.

In dem Empfangssystem 2a verwendet der Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22a ein Taktsignal aus einem Taktgeneratorabschnitt 28 zur Messung einer Länge einer Periode mit hohem Pegel des Signals auf der Über-

tragungsleitung 3. Der Zählerwert des Hochpegel-Impulsbreitenzählers 22a wird durch den Zwischenspeicherabschnitt 24a zwischengespeichert, wenn ein Flankenerfassungsabschnitt eine fallende Flanke des Signals auf der Übertragungsleitung 3 erfaßt.

Außerdem verwendet der Niedrigpegel-Impulsbreitenzähler 23a das Taktsignal aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 zur Messung einer Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3. Der Zählerwert des Niedrigpegel-Impulsbreitenzählers 23a wird durch den Zwischenspeicherabschnitt 25a zwischengespeichert, wenn der Flankenerfassungsabschnitt eine steigende Flanke des Signals auf der Übertragungsleitung 3 erfaßt. Vier Bit breite Daten werden jeweils in den Vergleichsabschnitt 27a aus den Zwischenspeicherabschnitten 24a bzw. 25a eingegeben.

In dem Vergleichsabschnitt 27a wird von den Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24a ein Bit in einen Eingang der Exklusiv-Nicht-oder-Schaltkreise 51 bis 54 eingegeben. Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25a werden durch die Nicht-Schaltkreise 41 bis 44 invertiert und danach in den anderen Eingang der Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 54 eingegeben.

"OF(H)" kann als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 für die Periode mit hohem Pegel des aus dem Sendesystem 1a ausgegebenen pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden. "OF(H)" sollte als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für eine Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden.

Die Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 54 vergleichen das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24a mit dem Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25a, d. h. sie vergleichen die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals mit dem jeweiligen Komplement der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel. Im Falle einer Übereinstimmung beider Ausgangssignale geben sämtliche Exklusiv-Nicht-oder-Schaltkreise 51 bis 54 Signale mit hohem Pegel aus. In diesem Fall gibt der Nicht-Und-Schaltkreis 60a ein Signal mit niedrigem Pegel aus. Falls eingegebene Werte bei einem oder mehreren Schaltkreisen von den Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreisen 51 bis 54 nicht identisch sind, gibt der Nicht-Und-Schaltkreis 60a ein Signal mit hohem Pegel aus. Das bedeutet, daß, wenn "OF(H)" nicht als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden kann, der Nicht-Und-Schaltkreis 60a das Signal mit hohem Pegel als Fehlersignal ausgibt.

Darüber hinaus wird in dem Flankenerfassungsabschnitt 21, dem Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22a, dem Niedrigpegel-Impulsbreitenzähler 23a, den Zwischenspeicherabschnitten 24a sowie 25a und dem Vergleichsabschnitt 27a die vorstehend beschriebene Verarbeitung bezüglich einer Periode mit hohem Pegel und einer Periode mit niedrigem Pegel eines daraufhin empfangenen Signals wiederholt.

Wenn der Flankenerfassungsabschnitt 21 eine fallende Flanke (d. h. ein Endpunkt der Periode mit hohem

Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3) oder eine steigende Flanke (d. h. ein Endpunkt eines Zyklusses) erfaßt, nimmt der Dateneingangsabschnitt 26a als Eingangssignal den durch den Zwischenspeicherabschnitt 24a zwischengespeicherten Wert an. Der Wert ist äquivalent zu einem Wert der empfangenen vier Bit breiten Daten. Da der Flankenerfassungsabschnitt 21 den Anstieg und den Abfall zweimal für jede Übertragung von jeweils acht Bit breiten Daten erfassen sollte, kann der Dateneingangsabschnitt 26a zweimal vier Bit breite Daten erhalten. Wenn der Flankenerfassungsabschnitt 21 den Anstieg erfaßt, bestätigt der Dateneingangsabschnitt 26a außerdem, ob ein Fehlersignal aus dem Vergleichsabschnitt 27a ausgegeben wird oder nicht. Falls kein Fehlersignal ausgegeben wird, kann der Dateneingangsabschnitt 26a die empfangenen Daten als korrekt betrachten. Falls das Fehlersignal ausgegeben wird, kann der Dateneingangsabschnitt 26a erkennen, daß fehlerhafte Daten beispielsweise infolge von Rauschen auf der Übertragungsleitung 3 empfangen werden.

Wenn das Fehlersignal niemals ausgegeben wird, regeneriert der Dateneingangsabschnitt 26a die binären einmal acht Bit breiten Daten durch Kombination der zweimal vier Bit breiten Daten.

Das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25a wird invertiert und danach in die Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 54 gemäß dem Ausführungsbeispiel eingegeben. Es sei jedoch bemerkt, daß das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24a anstelle des Ausgangssignals aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25a invertiert werden kann.

Wie vorstehend beschrieben ist es möglich, eine für eine Datenübertragung erforderliche Zeit durch Halbierung der acht Bit breiten Daten vor der Übertragung zu verringern. Außerdem ist es möglich, einen Datenfehler in dem Empfangssystem durch Erfassung sicher zu erfassen, ob die Summe der Periode mit hohem Pegel und der Periode mit niedrigem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals identisch mit einem ursprünglichen Zyklus ist. Obwohl die Datenübertragung nach einer Halbierung der Daten beschrieben worden ist, muß bemerkt werden, daß der Grad der Teilung erhöht werden kann.

#### Ausführungsbeispiel 4

Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel wird das Verfahren zur Halbierung und Übertragung der Daten durch eine festverdrahtete Schaltung bzw. Hardware implementiert. Es ist auch möglich, dasselbe Verfahren durch Programme bzw. Software bei dem in Fig. 4 dargestellten Aufbau zu implementieren. Fig. 10 zeigt ein Flußdiagramm, das die Schritte in einem Fall darstellt, in dem das Verfahren durch Programme bzw. Software implementiert wird.

Eine Sende-Zentraleinheit 71 teilt zu übertragende acht Bit breite Daten in höherwertige vier Bit breite Daten und niedrigwertige vier Bit breite Daten auf (Schritt ST31). Zu einem Beginn-Zeitpunkt eines Zyklusses wird ein Signal auf einer Übertragungsleitung 3 in einen hohen Zustand über einen Ausgangsanschluß gesetzt (Schritt ST32). Außerdem wird ein interner Taktgeber gestartet (Schritt ST33). Der Taktgeber verwendet direkt ein Taktsignal aus einem Taktgeneratorabschnitt 14 oder verwendet das Taktsignal durch Teilung dessen Frequenz. Wenn der Taktgeber einem durch vier höherwertige Bits der acht Bit breiten Daten

dargestellten Wert entsprechende Impulse zählt, stellt die Sende-Zentraleinheit 71 das Signal auf der Übertragungsleitung 3 über den Ausgangsanschluß in einem hohen Zustand ein (Schritte ST34 und ST35). Wenn der Taktgeber einem Zyklus entsprechende Impulse zählt (Schritt ST36), fährt der Ablauf in der Zentraleinheit mit einem Schritt ST37 fort.

Bei den Schritten ST37 bis ST40 wiederholt die Sende-Zentraleinheit 71 dieselbe Verarbeitung wie die in den Schritten ST32 bis ST35 bezüglich des durch die vier niederwertigen Bits der acht Bit breiten Daten darstellten Wertes. Wenn der Taktgeber die dem einen Zyklus entsprechende Impulse zählt, kehrt der Ablauf in der Zentraleinheit zu dem Schritt ST31 zurück.

Gemäß der vorstehend beschriebenen Arbeitsweise wird ein in Fig. 7 dargestelltes pulsbreitenmoduliertes Signal über die Übertragungsleitung 3 übertragen.

Ein Empfangs-Zentraleinheit 72 führt die Verarbeitung gemäß dem in Fig. 6 dargestellten Flußdiagramm zweimal bezüglich jeweils einmal acht Bit breiten Daten aus. In diesem Fall wird bei den Schritten ST13, ST19 sowie ST24 "OF(H)" für einen Vergleich verwendet. Außerdem werden bei dem zweiten Schritt ST25 die bei dem zweiten Schritt ST17 erhaltenen zweimal vier Bit breiten Daten zur Regeneration der einmal acht Bit breiten Daten miteinander kombiniert.

#### Ausführungsbeispiel 5

Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen können, wenn acht Bit breite Daten "11111111" oder "00000000" sind, die Daten nicht übertragen werden, weil ein pulsbreitenmoduliertes Signal weder eine fallende Flanke noch eine steigende Flanke aufweist. Infolgedessen wird ein anderes Ausführungsbeispiel vorgeschlagen, bei dem ein oder mehrere Blind- bzw. Hilfsdaten zu den zu übertragenden ursprünglichen binären Daten hinzugefügt werden. Das Ausführungsbeispiel kann beispielsweise durch einen in Fig. 4 dargestellten Aufbau implementiert werden. In diesem Fall implementiert eine Empfangs-Zentraleinheit 72 eine Impulsbreiten-Meßschaltung sowie eine Vergleichsschaltung und implementiert auch eine Daten-Wiederherstellschaltung.

Nachstehend wird unter Bezug auf Flußdiagramme gemäß Fig. 11 und 13 die Arbeitsweise anhand von vier Bit breiten Daten als ein Beispiel von zu übertragenden Daten beschrieben. Außerdem wird ein Fall beschrieben, in dem zwei Bit breite Blinddaten zu einer niedrigwertigen Bitposition des niedrigstwertigen Bits der ursprünglichen Daten hinzugefügt werden.

Fig. 11 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Sende-Zentraleinheit 71 darstellt. Die Sende-Zentraleinheit 71 fügt die zwei Bit breiten Daten "01(B)" zu der niedrigwertigen Bitposition des niedrigstwertigen Bits der Daten hinzu. Die hier verwendete Bezeichnung "(B)" bezeichnet eine binäre Zahl. Deswegen wird ein sechs Bit breiten Daten entsprechendes pulsbreitenmoduliertes Signal übertragen. Danach führt die Sende-Zentraleinheit 71 dieselbe Verarbeitung wie diejenige bei den Schritten ST1 bis ST5 in dem Flußdiagramm gemäß Fig. 5 aus (Schritte ST52 bis ST56).

Wenn die ursprünglichen Daten "1111(B)" sind, ist das auf eine Übertragungsleitung 3 ausgegebene pulsbreitenmodulierte Signal ein Signal, das "111101(B)=61(D)" entspricht. Wenn die ursprünglichen Daten "0000(B)" sind, ist das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene pulsbreitenmodulierte Signal ein Signal, das

"000001(B)=01(D)" entspricht. Wenn die ursprünglichen Daten "1111(B)" gemäß Fig. 12 sind, werden daher eine 61 Impulsen eines Taktsignals entsprechende Periode mit hohem Pegel und eine zwei Impulsen entsprechende Periode mit niedrigem Pegel auf der Übertragungsleitung 3 als das pulsbreitenmodulierte Signal erzeugt. Wenn die ursprünglichen Daten "0000(B)" sind, werden eine einem Impuls des Taktsignals entsprechende Periode mit hohem Pegel und eine 62 Impulsen entsprechende Periode mit niedrigem Pegel auf der Übertragungsleitung 3 als das pulsbreitenmodulierte Signal erzeugt.

Fig. 13 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise der Empfangs-Zentraleinheit 72 darstellt. Der in Fig. 13 dargestellte Ablauf wird gestartet, wenn eine anfängliche Veränderung bei einem Anstieg eines in einen Interrupt- bzw. Unterbrechungsanschluß eingegebenen Signals verursacht wird. Wenn die Veränderung bei dem Anstieg des in den Interruptanschluß eingegebenen Signals verursacht wird, startet die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen ersten internen Taktgeber (Schritt ST61).

Die Empfangs-Zentraleinheit 72 nimmt als Eingangssignal das Signal auf der Übertragungsleitung 3 über einen Eingangsanschluß an und überwacht, ob das Signal fällt oder nicht. Wenn der erste Taktgeber "3E(H)" zählt, ohne daß bei dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 eine fallende Flanke erzeugt wird (Schritt ST63), entscheidet die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß ein Fehler in dem übertragenen pulsbreitenmodulierten Signal verursacht wird, und zeigt einen Fehler an (Schritt ST64). Gemäß Fig. 12 enthält der Maximal- bzw. Höchstwert der Periode mit hohem Pegel des pulsbreitenmodulierten Signals 61 Impulse (= "3D(H)") des Taktsignals. Wenn der Zählwert des ersten Taktgebers größer oder gleich als "3E(H)" ist, kann die Empfangs-Zentraleinheit 72 erkennen, daß ein Fehler vorliegt.

Falls die fallende Flanke in dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 erzeugt wird (Schritt ST62), stoppt die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen Zählvorgang des ersten internen Taktgebers (Schritt ST65). Daraufhin wird ein zweiter interner Taktgeber zur Messung einer Zeit der Periode mit niedrigem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3 gestartet (Schritt ST66). Zum selben Zeitpunkt wird der Zählwert des ersten internen Taktgebers erfaßt (Schritt ST67).

Wenn der erste interne Taktgeber "3F(H)" zählt, ohne daß eine steigende Flanke in dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 erzeugt wird (Schritt ST69), entscheidet die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß ein Fehler in dem übertragenen pulsbreitenmodulierten Signal vorliegt, und zeigt einen Fehler an (Schritt ST70). Wie aus Fig. 12 ersichtlich enthält der Maximalwert der Periode mit niedrigem Pegel des pulsbreitenmodulierten Signals 62 Impulse (= "3E(H)") des Taktsignals. Wenn der Zählwert des ersten Taktgebers größer oder gleich als "3E(H)" ist, kann die Empfangs-Zentraleinheit 72 erkennen, daß ein Fehler vorliegt.

Wenn die steigende Flanke in dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 erzeugt wird (Schritt ST68), stoppt die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen Zählvorgang des zweiten internen Taktgebers (Schritt ST71). Dann wird der Zählwert des zweiten internen Taktgebers erfaßt (Schritt ST72). Die Empfangs-Zentraleinheit 72 addiert den Zählwert des zweiten internen Taktgebers, der eine Länge der Periode mit niedrigem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3 darstellt, zu dem bei dem Schritt ST67 erhaltenen Zählwert des ersten internen Taktgebers, der eine Länge der Periode

mit hohem Pegel darstellt (Schritt ST73).

Falls die sich ergebende Summe "3F(H)" ist, erkennt die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß die empfangenen Daten normal sind (Schritte ST74 und ST75). Der hier verwendete Begriff "empfangene Daten" bezeichnet Daten, deren Datenlänge durch den bei dem Schritt ST67 erhaltenen Zählerwert dargestellt ist. Falls die sich ergebende Summe nicht "3F(H)" ist, weist dies darauf hin, daß ein Zyklus des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals von einem regelmäßigen Zyklus infolge irgendeiner Ursache verschieden ist. Auf diese Weise erkennt die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß die empfangenen Daten nicht normal sind. Danach zeigt die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen Fehler an (Schritt ST76). Falls erkannt wird, daß die empfangenen Daten normal sind, entnimmt die Empfangs-Zentraleinheit 72 vier höherwertige Bits aus den empfangenen Daten und definiert die entnommenen 4 Bits enthaltende Daten als schließlich empfangene Daten.

Wie vorstehend beschrieben ist es durch Hinzufügen der zusätzlichen Bits zu den ursprünglichen Daten auch möglich, Daten mit nur Nullen und Daten mit nur Einsen zu übertragen und die nachstehend aufgeführten Wirkungen zu erzielen. Im einzelnen können selbst dann, wenn das pulsbreitenmodulierte Signal beispielsweise infolge von Rauschen in dem Signal transformiert wird, die ursprünglichen Daten in dem Empfangssystem so lange genau erkannt werden, wie die ursprünglichen Daten weder nach oben noch nach unten verschoben werden. Beispielsweise sei angenommen, daß zwei Bits zu einer niedrigerwertigen Bitposition der ursprünglichen vier Bit breiten Daten hinzugefügt werden und ein pulsbreitenmoduliertes Signal entsprechend den sechs Bit breiten Daten übertragen wird. Falls die ursprünglichen Daten in diesem Fall "1111(B)" sind, wird das pulsbreitenmodulierte Signal entsprechend "111101(B)" übertragen. Das bedeutet, daß gemäß Fig. 12 das pulsbreitenmodulierte Signal mit der 61 Impulsen entsprechenden Periode mit hohem Pegel über die Übertragungsleitung 3 übertragen wird. Falls ein pulsbreitenmoduliertes Signal mit einer 60 Impulsen entsprechenden Periode mit hohem Pegel das Empfangssystem erreicht, erkennt die Empfangs-Zentraleinheit 72 anfänglich, daß Daten "111100(B)" empfangen werden. Da es jedoch möglich ist, die vier höherwertigen Bits schließlich als die ursprünglichen empfangenen Daten zu betrachten, kann die Empfangs-Zentraleinheit 72 erkennen, daß die ursprünglichen Daten "1111(B)" empfangen werden.

Obwohl die beiden internen Taktgeber gemäß dem Ausführungsbeispiel beschrieben worden sind, kann ein interner Taktgeber als die beiden internen Taktgeber vorgesehen sein. Alternativ können wie gemäß dem dritten oder vierten Ausführungsbeispiel die Blind- bzw. Hilfsdaten zu den Daten hinzugefügt und die Daten nach deren Teilung übertragen werden.

Bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen wurde das pulsbreitenmodulierte Signal mit der dem zu übertragenden Datenwert entsprechenden Periode mit hohem Pegel beschrieben. Es sei jedoch bemerkt, daß die vorliegende Erfindung bei einem System angewandt werden kann, das ein pulsbreitenmoduliertes Signal mit einer dem zu übertragenden Datenwert entsprechenden Periode mit niedrigem Pegel verwendet.

Ein Datenausgangsabschnitt überträgt ein Impulssignal mit einer Impulsbreite entsprechend einem Wert von Sendedaten in einem vorbestimmten Zyklus. Ein Hochpegel-Impulsbreitenzähler und ein Niedrigpegel-

Impulsbreitenzähler messen eine Länge einer Periode mit hohem Pegel und eine Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des empfangenen Impulssignals unter Verwendung eines Taktsignals mit derselben Frequenz wie der des bei dem Datenausgangsabschnitt verwendeten Taktsignals. Ein Vergleichsabschnitt vergleicht die Summe der beiden gemessenen Längen der Perioden mit dem vorbestimmten Zyklus und gibt ein Fehlersignal im Fall einer Abweichung aus. Bei einem Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem ist es ebenfalls möglich, eine Signalverzögerung oder einen Fehler des Taktsignals zu erfassen, der vorübergehend innerhalb eines Zyklus erzeugt wird.

#### Patentansprüche

1. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem mit einer Signalsendeschaltung (12, 13; 71; 12a, 13a), die ein Impulssignal mit einer Impulsbreite entsprechend einem Wert von Sendedaten durch Zählen von Impulsen in einem Taktsignal erzeugt und die erzeugten Impulssignale in einem vorbestimmten Zyklus zu einer Übertragungsleitung (3) sendet, einer Impulsbreiten-Meßschaltung (22, 23; 22a, 23a), die als Eingangssignal das Impulssignal von der Übertragungsleitung (3) annimmt und eine Länge einer Periode mit hohem Pegel und eine Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des Impulssignals durch Verwendung eines Taktsignals mit einer Frequenz mißt, die äquivalent zu einer Frequenz des bei der Signalsendeschaltung (12, 13; 71; 12a, 13a) verwendeten Taktsignals ist, und einer Vergleichsschaltung (27; 72; 27a), die die Summe der durch die Impulsbreiten-Meßschaltung (22, 23; 22a, 23a) gemessenen Länge der Periode mit hohem Pegel und der Länge der Periode mit niedrigem Pegel mit dem vorbestimmten Zyklus vergleicht und ein Fehlersignal ausgibt, wenn die Summe nicht mit dem Zyklus identisch ist.

2. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 1, wobei die Signalsendeschaltung (12, 13; 71; 12a, 13a) die Sendedaten in eine Vielzahl von Daten aufteilt und jeden Datenwert auf die Übertragungsleitung (3) in einem Zyklus sendet, der entsprechend dem Maximalwert der jeweils aufgeteilten Daten eingestellt ist.

3. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 1, wobei die Signalsendeschaltung (12, 13; 71; 12a, 13a) eine  $(2^n - 1)$  Impulsen entsprechende Länge des Taktsignals als den vorbestimmten Zyklus verwendet (wobei n eine positive Ganzzahl ist).

4. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 3, wobei die Signalsendeschaltung (12, 13; 71; 12a, 13a) Sendedaten in eine Vielzahl von Daten aufteilt und jeden Datenwert auf die Übertragungsleitung (3) in einem Zyklus sendet, der entsprechend dem Höchstwert der jeweils aufgeteilten Daten eingestellt ist.

5. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 3, wobei die Vergleichsschaltung (27; 72; 27a) einen Vergleicher zur Annahme einer in Binärschreibweise dargestellten Länge einer Periode mit hohem Pegel und einer Länge einer Periode mit niedrigem Pegel als Eingangssignal aus der Impulsbreiten-Meßschaltung (22, 23; 22a, 23a) aufweist und die Länge der Periode mit hohem Pegel

oder die Länge der Periode mit niedrigem Pegel mit dem jeweiligen Komplement der anderen vergleicht, damit ein Fehlersignal im Fall einer Abweichung ausgegeben wird.

6. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 5, wobei die Signalsendeschaltung (12, 13; 71; 12a, 13a) Sendedaten in eine Vielzahl von Daten aufteilt und jeden Datenwert auf die Übertragungsleitung (3) in einem Zyklus sendet, der entsprechend dem Maximalwert der jeweils aufgeteilten Daten eingestellt ist. 5

7. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 1, wobei die Signalsendeschaltung (71) Blinddaten zu einer niedrigwertigen Bitposition des niedrigwertigen Bits der in Binärschreibweise dargestellten ursprünglichen Sendedaten hinzufügt und ein Impulssignal durch Betrachten der die zusätzlichen Blinddaten enthaltenden Daten als Sendedaten erzeugt, wobei das Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem außerdem eine 20 Datenwiederherstellschaltung (72) aufweist, die eine bedeutende Periode des von der Übertragungsleitung (3) in einer Binärzahl eingegebenen Impulssignals umwandelt und die ursprünglichen Sendedaten durch Entfernung von Bits von der Binärzahl 25 wiederherstellt, die den Blinddaten entsprechen. 15

8. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 7, wobei die Signalsendeschaltung (71) die Sendedaten in eine Vielzahl von Daten aufteilt und jeden Datenwert auf die Übertragungsleitung (3) in einem Zyklus sendet, der entsprechend dem Maximalwert der jeweils aufgeteilten Daten eingestellt ist. 30

---

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 1

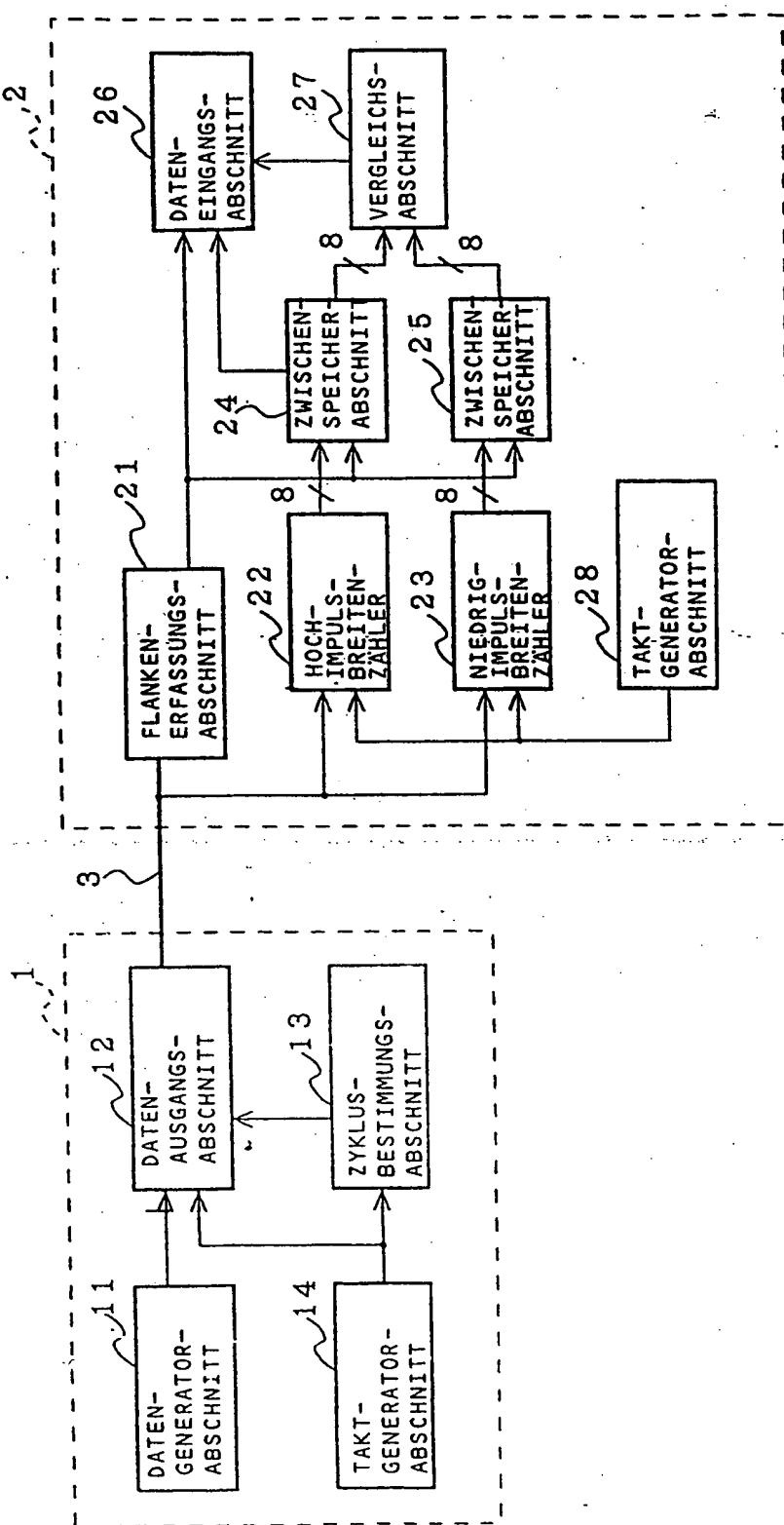


FIG. 2

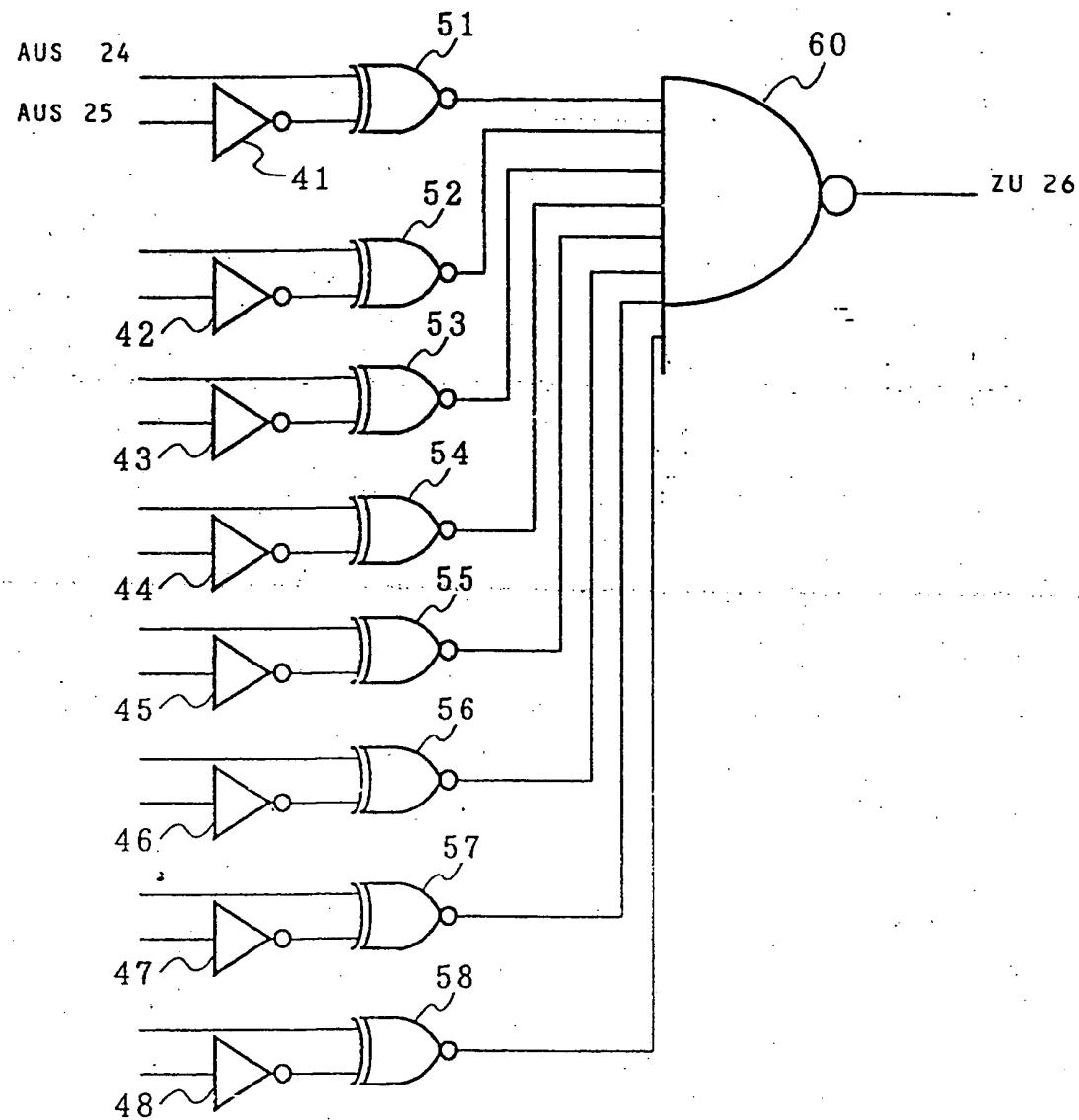


FIG. 3

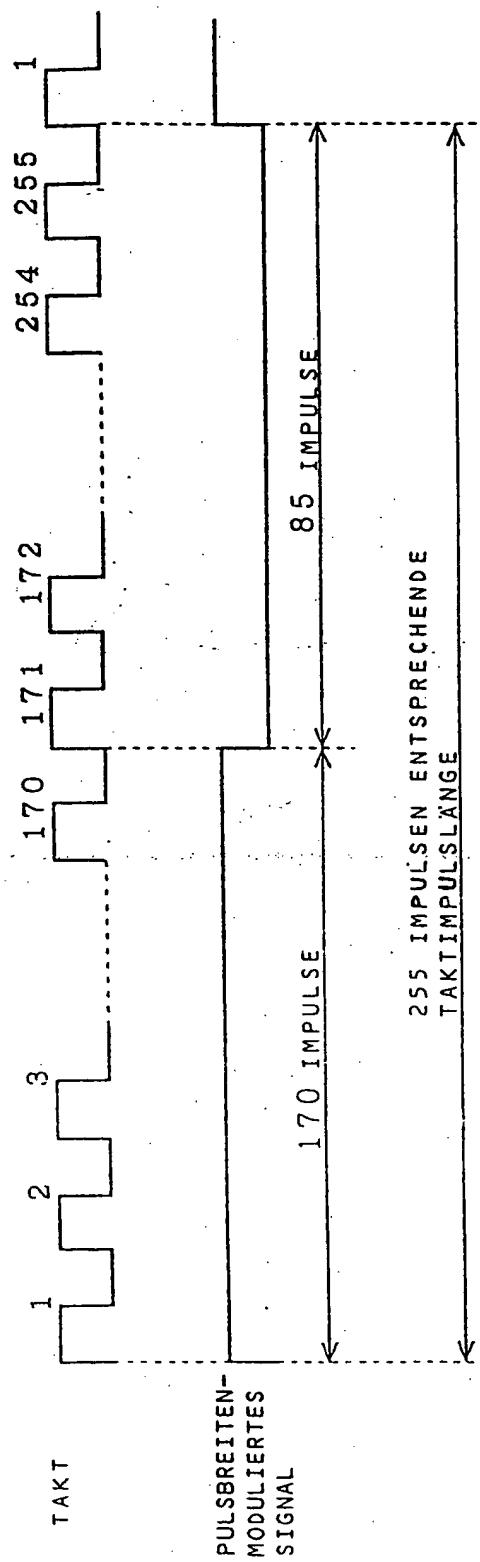


FIG. 4.

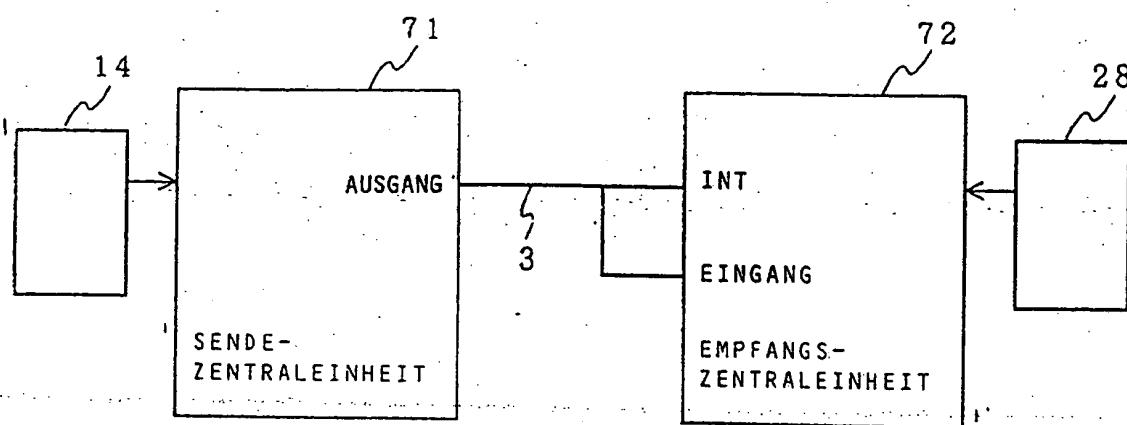


FIG. 5

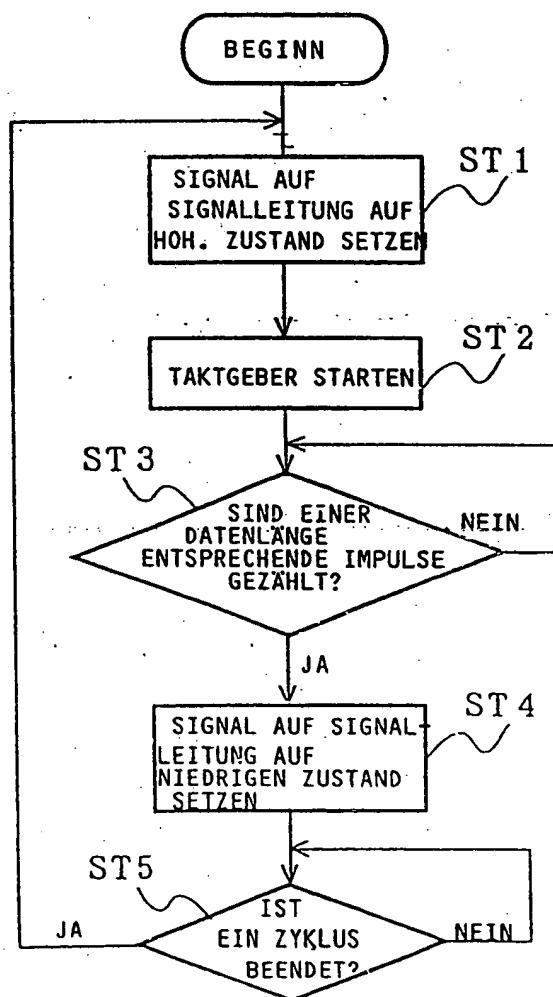


FIG. 6

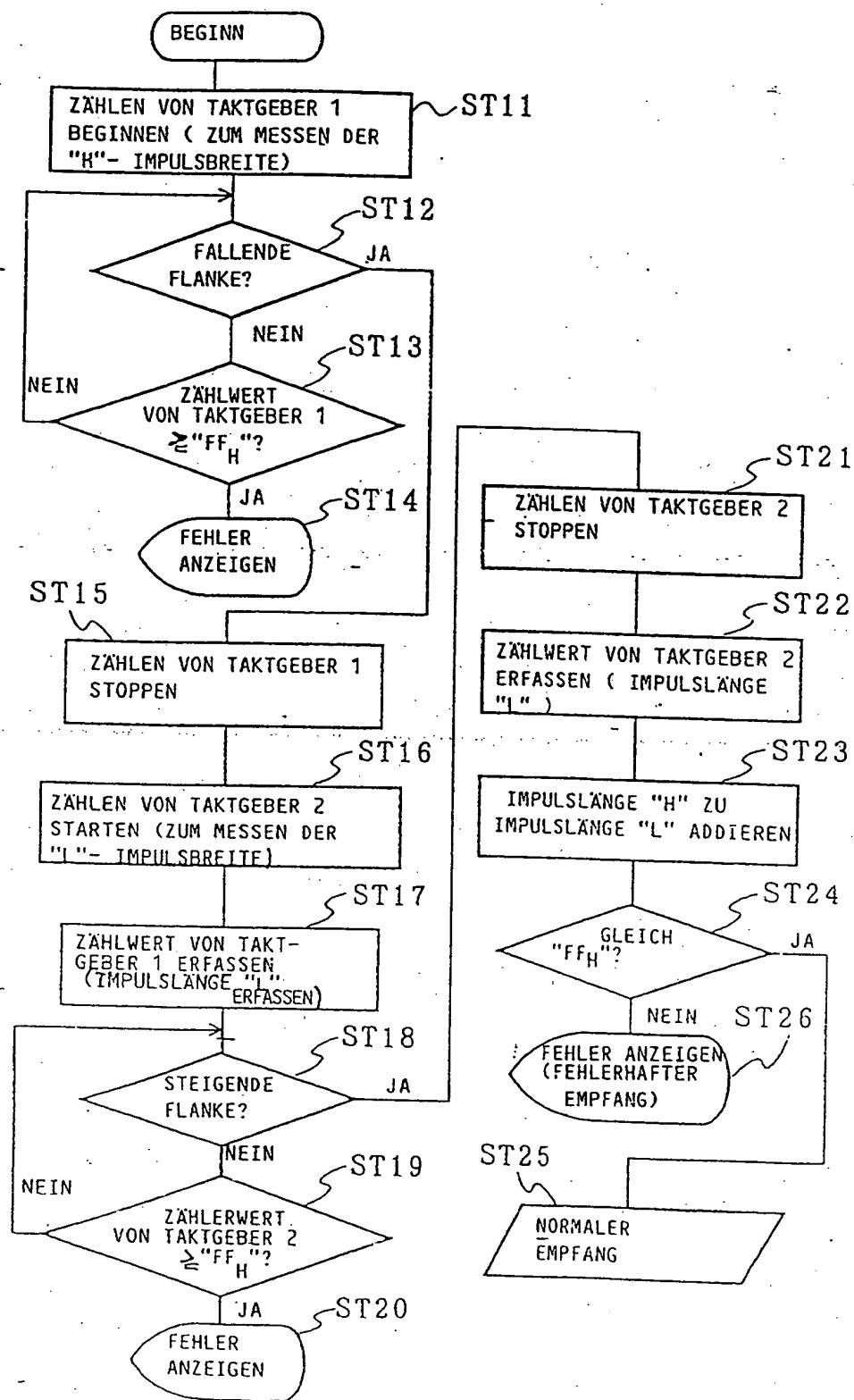


FIG. 7

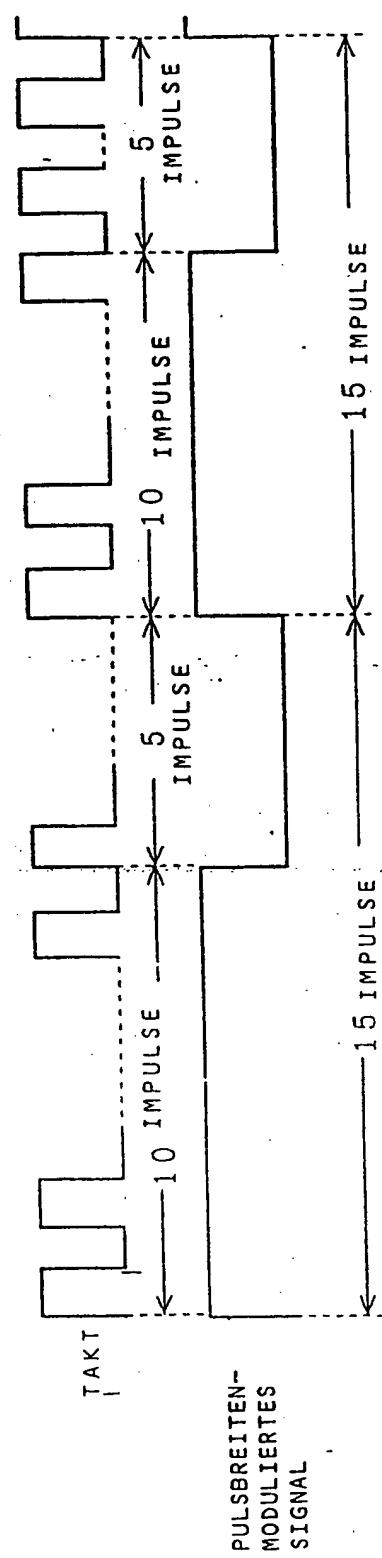


FIG. 8

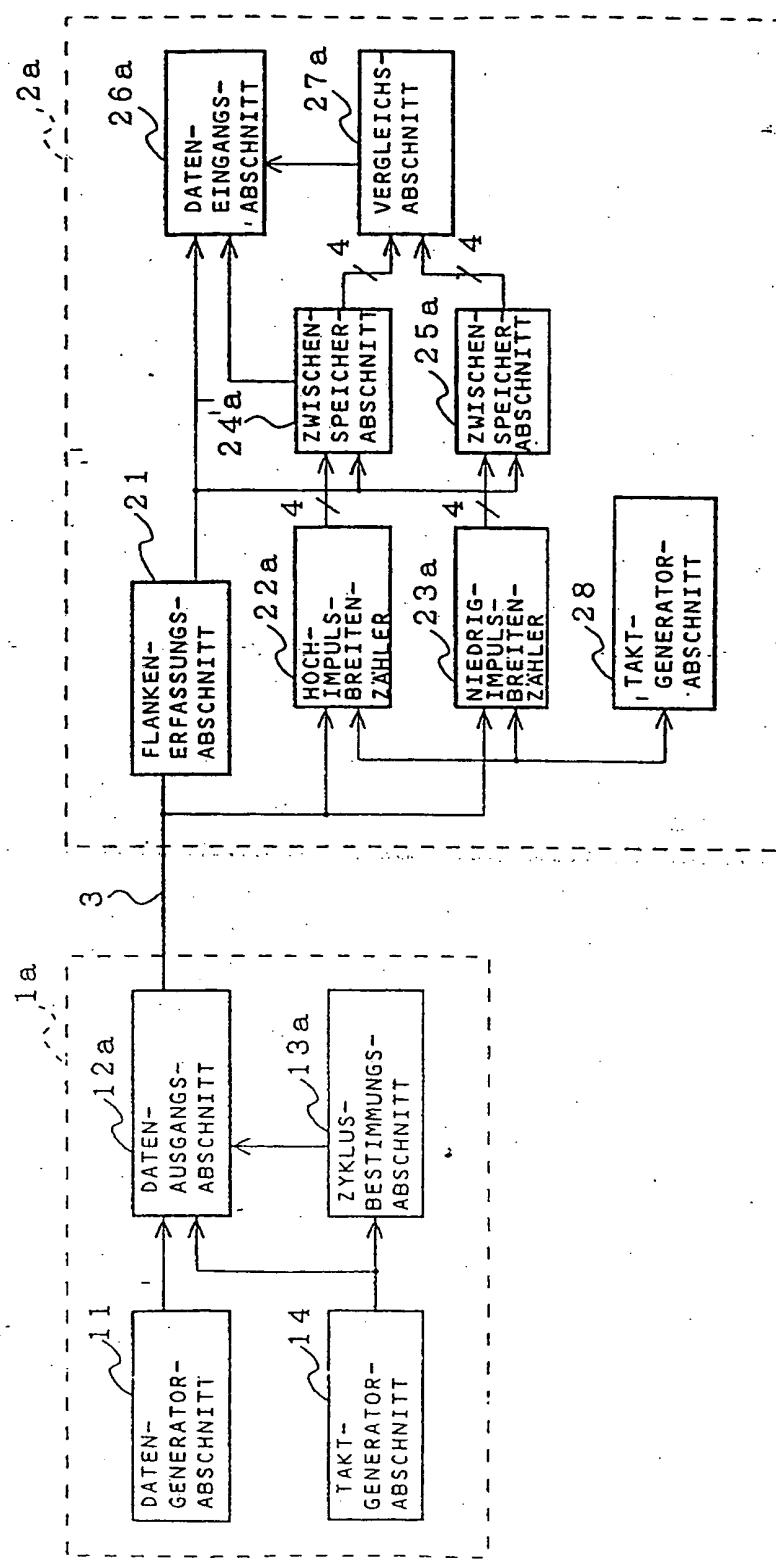


FIG. 9

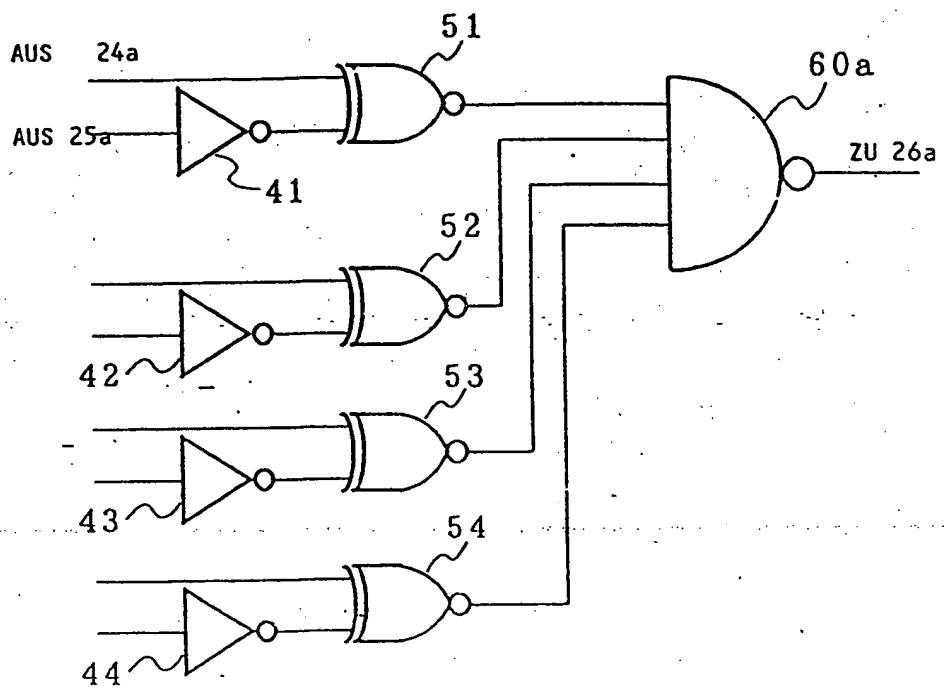


FIG. 10

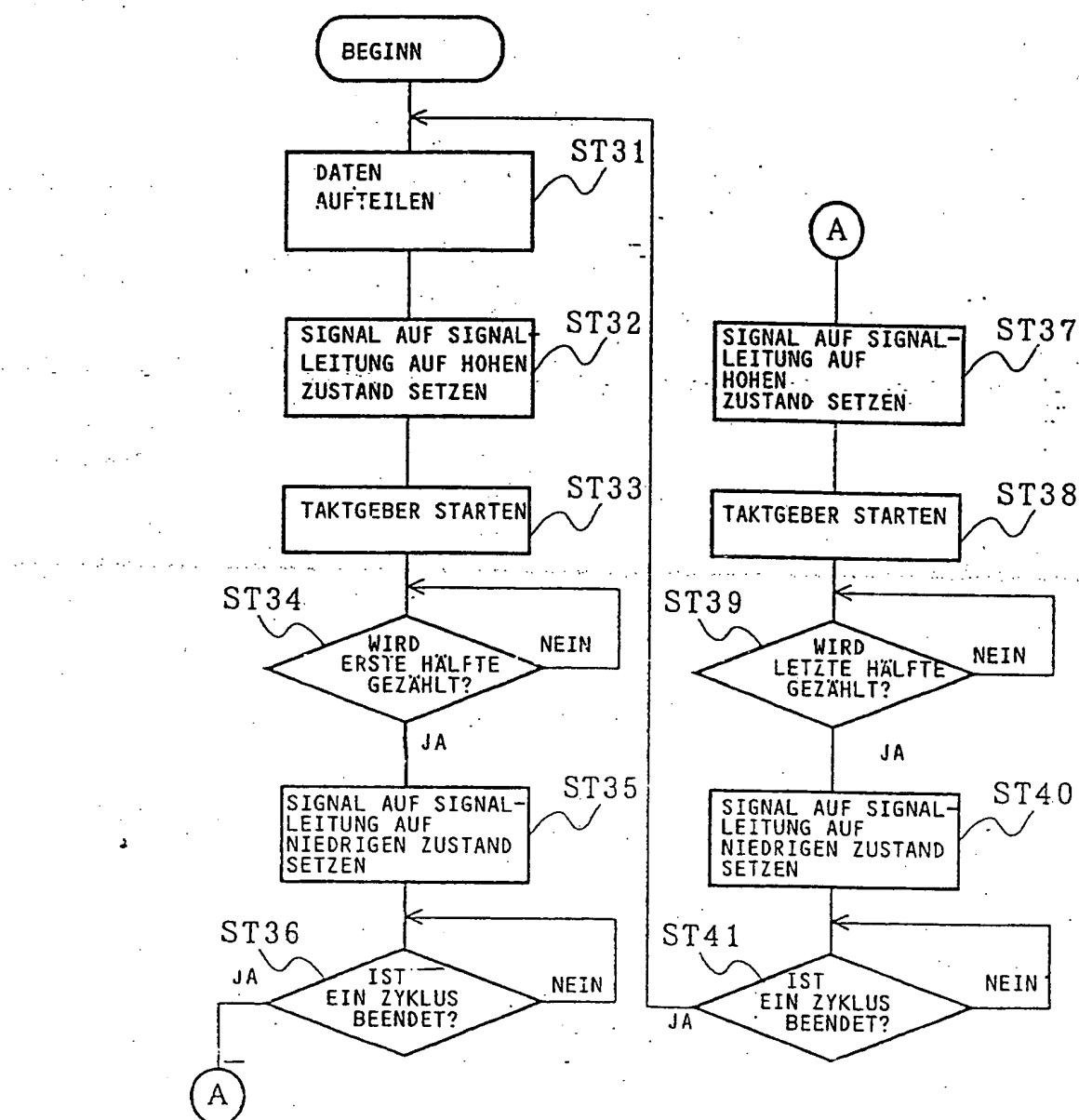


FIG. 11

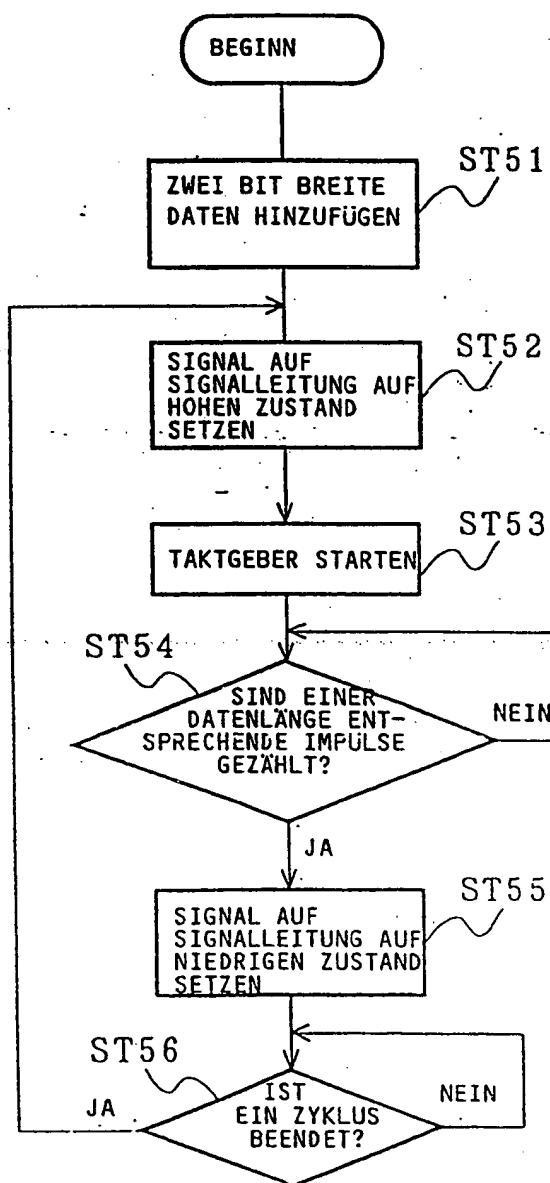


FIG. 12

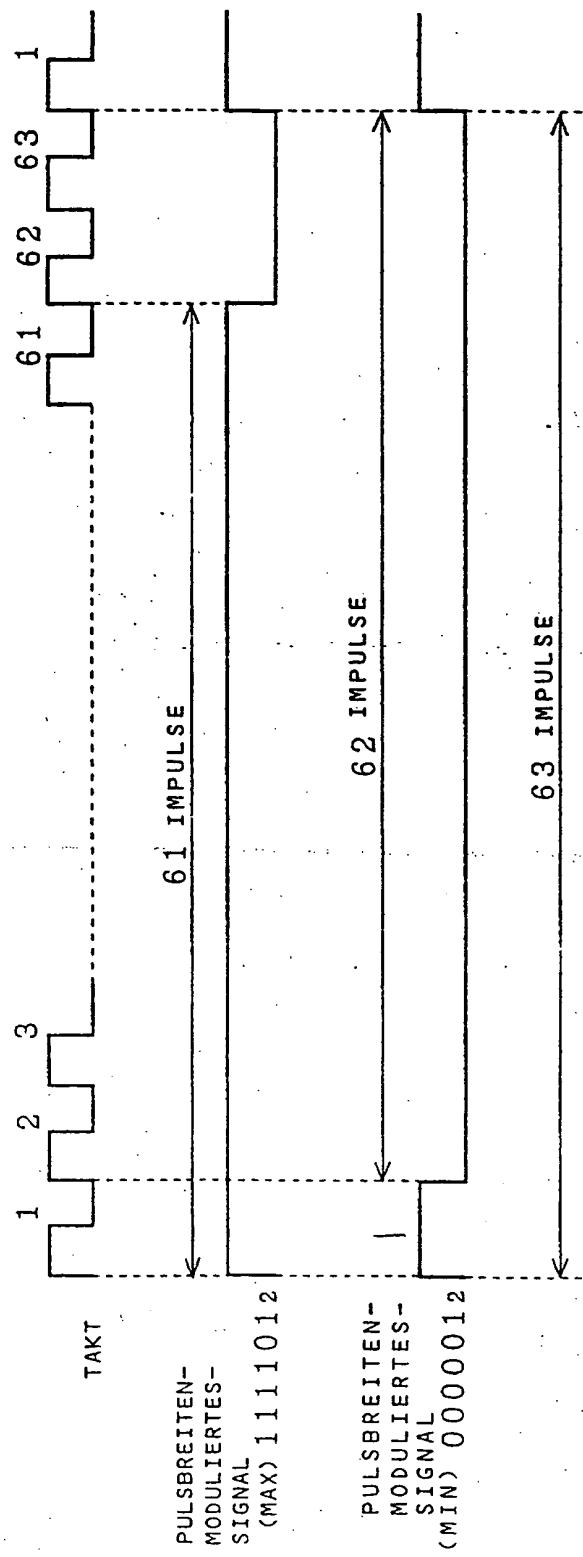


FIG. 13

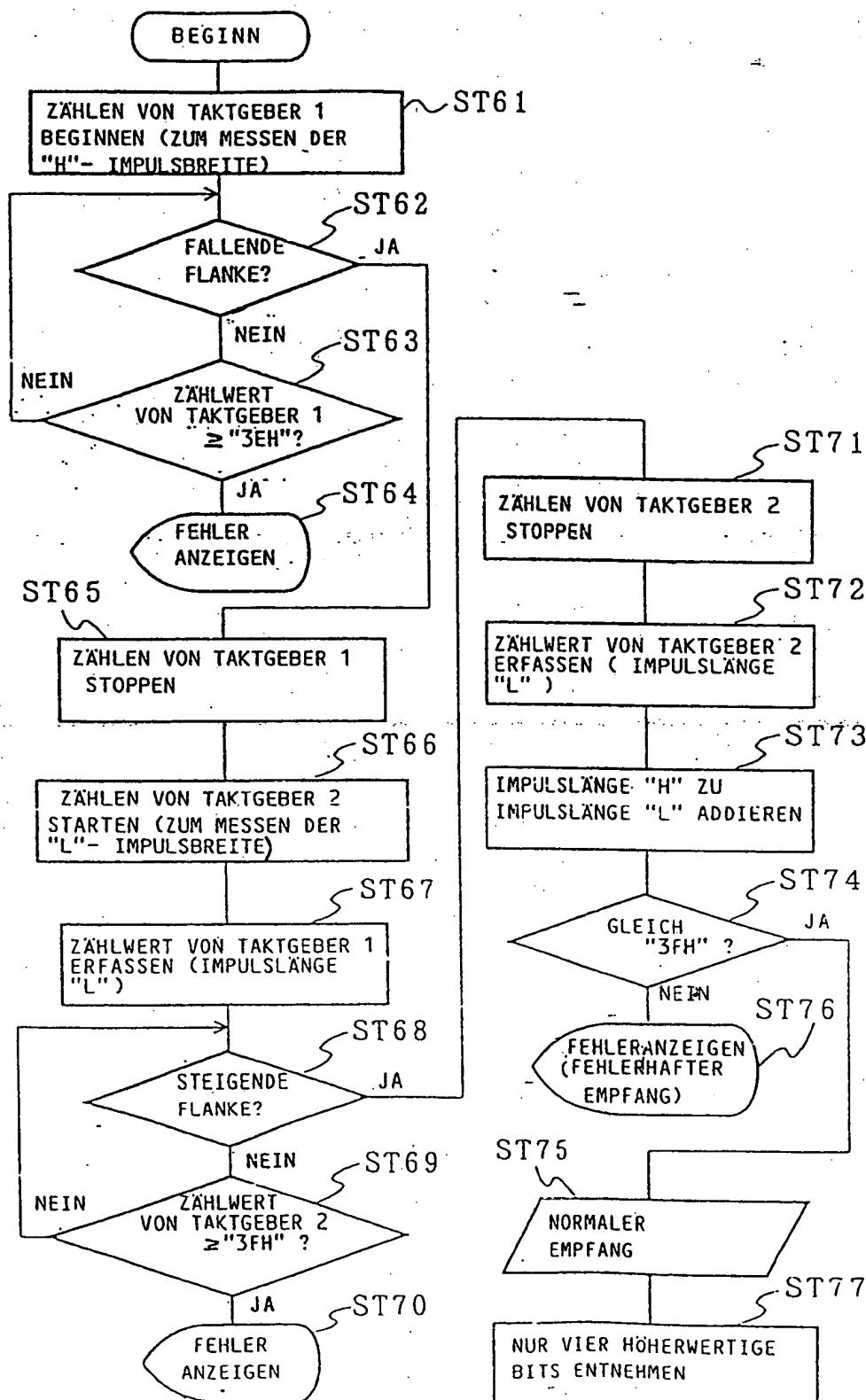


FIG. 14  
(STAND DER TECHNIK)

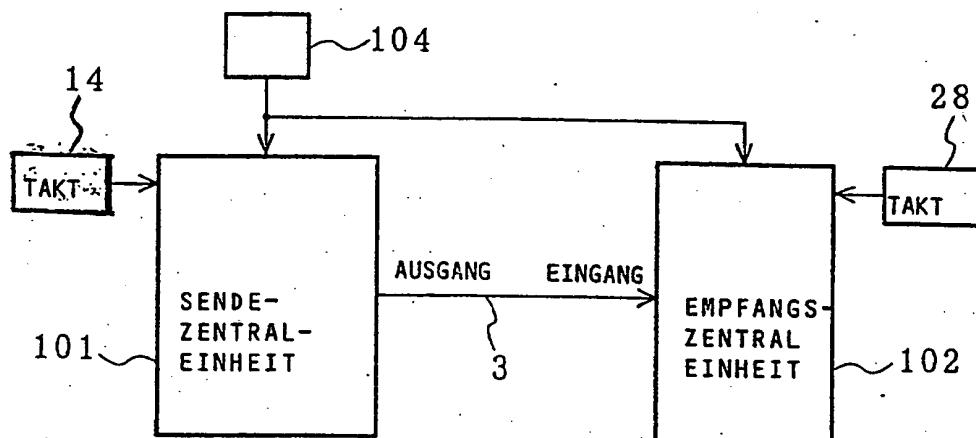


FIG. 15  
(STAND DER TECHNIK)

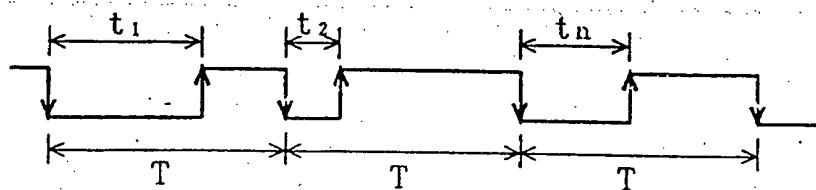


FIG. 16  
(STAND DER TECHNIK)

